

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 076**

51 Int. Cl.:

C01B 21/28 (2006.01)

C01B 21/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2009 E 09757168 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **23.02.2011 EP 2285739**

54 Título: **Bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico**

30 Prioridad:

06.06.2008 DE 102008027232

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

16.01.2013

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP UHDE GMBH (100.0%)
Friedrich-Uhde-Strasse 15
44141 Dortmund, DE**

72 Inventor/es:

**MAURER, RAINER;
BIRKE, DANIEL y
JOCHMANN, EGON**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 394 076 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico

5 El invento se refiere a un procedimiento así como a un correspondiente dispositivo para el bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual mediante un gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico según el procedimiento de dos presiones. En este caso, la primera cámara de bloqueo se encuentra en cada caso
10 junto al rotor, cargado con gas, del compresor y del expansor. En este caso, una parte del gas residual se retira detrás del intercambiador de calor y se subdivide en 2 corrientes parciales, de las cuales se conducen la primera corriente parcial a la primera cámara de bloqueo del compresor de NO y la segunda corriente parcial a la primera
15 cámara de bloqueo del expansor de gas residual. Allí, la mayor parte del gas residual de las dos corrientes parciales llegará al rotor cargado con gas, debido al más alto nivel de presión, a través de la junta de estanqueidad laberíntica que separa al rotor cargado con gas con respecto de la primera cámara de bloqueo. Debido a faltas de estanqueidad de los laberintos, un gas residual puede llegar desde la primera cámara de bloqueo a la segunda cámara de bloqueo. Este gas residual es conducido en cada caso a la corriente de gas de escape del expansor de gas residual.

El ácido nítrico es una importante sustancia de base de la industria química y sirve, por ejemplo, como fundamento para la producción de fertilizantes, sustancias explosivas, así como para la nitración de sustancias orgánicas en el caso de la producción de colorantes y agentes desinfectantes.

20 Desde principios del siglo 20, el ácido nítrico se prepara según el denominado procedimiento de Ostwald, en el que se basa hasta hoy en día la producción industrial a gran escala. En el caso de esta reacción se trata de una oxidación catalítica de amoníaco. El monóxido de nitrógeno resultante reacciona para dar dióxido de nitrógeno, a partir del cual, mediante reacción con agua, se forma ácido nítrico, que se puede separar en torres de cascada. Este
25 proceso se describe en la publicación "Anorganische Stickstoffverbindungen" (Compuestos nitrogenados inorgánicos) de Mundo/Weber, Carl Hanser Verlag, Munich Viena 1982, así como en el documento de solicitud de patente internacional WO 01/68520 A1.

En este caso, la preparación de ácido nítrico se puede realizar según el procedimiento de una sola presión o el de dos presiones. En el caso del procedimiento de una sola presión, tanto la combustión como también la absorción se
30 llevan a cabo a una presión mediana (de 5 bares) o a una presión alta (de > 8 bares). El procedimiento de dos presiones, que constituye el fundamento del invento aquí descrito, se diferencia del procedimiento de una sola presión por el hecho de que se llevan a cabo la combustión bajo una presión mediana y la absorción bajo una presión alta.

35 La ventaja del procedimiento de dos presiones reside en el hecho de que las etapas de presión son adaptadas a las respectivas reacciones y por consiguiente se garantizan tanto un rendimiento óptimo de combustión como también una absorción compacta.

40 El gas residual no absorbido, después de haber pasado por unas etapas de calentamiento previo, se conduce en este caso a un expansor de gas residual, con el fin de descomprimirlo hasta la presión del medio ambiente para la obtención de trabajo para el compresor. El documento de solicitud de patente alemana DE 102 07 627 A1 describe un procedimiento, en el que, por ejemplo, se obtiene trabajo a partir de la expansión del gas residual, pasando a
45 emplearse por lo menos dos etapas de expansión, estando dispuesto entre las etapas de expansión por lo menos una disposición para el calentamiento del gas residual, que se había descomprimido previamente. El trabajo obtenido a partir de esto se utiliza entonces con el fin de hacer funcionar uno o varios turbocompresores.

De acuerdo con el estado de la técnica, en el caso de este procedimiento para el bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico según el procedimiento de dos
50 presiones, se utiliza un aire secundario. En el caso del aire secundario se trata de un aire comprimido, que es sacado del aire de proceso y es enfriado con un intercambiador de calor hasta la temperatura requerida para el bloqueo de la máquina.

En este caso, el aire secundario se conduce por unas juntas de estanqueidad de árbol exentas de desgaste, que requieren poco entretenimiento. Unas bombas mecánicas de anillo deslizante o sin prensaestopas requieren por el
55 contrario una filtración más costosa.

Frecuentemente, la presión diferencial del aire secundario utilizado para el bloqueo de los aparatos es demasiado pequeña en comparación con la presión de entrada del gas con NO, con lo que no se garantiza un bloqueo seguro
60 de los aparatos. Por este motivo, debido a la presión más alta, se utiliza frecuentemente también un aire de instrumentos o un aire de la instalación, que corresponde al aire de instrumentos no secado.

Además de ello, se conoce un compresor para gases nitrosos, que tiene unas juntas de estanqueidad laberínticas, así como unas conducciones de entrada y de salida, y que sirve predominantemente para la finalidad de encontrar la
65 eliminación y la evitación de deposiciones de sales cristalinas en unos compresores para gases nitrosos, consiguiéndose, por medio de una inyección especial de vapor de agua externo, un aumento apropiado de la presión

de vapor de agua. El procedimiento y el dispositivo correspondiente se describen en el documento de patente alemana DE 3014673 C2.

En el documento de solicitud de patente alemana DE 3835341 A1 se describe un compresor centrífugo con un plano de división horizontal para gases nitrosos con juntas de estanqueidad laberínticas. El objetivo es garantizar unas presiones iguales en los recintos anulares entre las etapas de compresión y evitar desbordamientos del medio de trabajo, y aumentar de este modo la seguridad de funcionamiento.

Una forma de realización adicional de una junta de estanqueidad de árbol destinada a la disminución de fugas y a la disminución de la corrosión para un expansor de transmisión o un compresor de transmisión se divulga en el documento DE 102005041003 A1. En particular, esta junta de estanqueidad de árbol está caracterizada porque las puntas de estanqueización están dispuestas en tres segmentos de estanqueización que están situados unos tras de otros, porque entre en cada caso dos segmentos de estanqueización está dispuesta una cámara anular, porque la cámara anular que está orientada hacia el recinto interno del expansor o compresor de transmisión está equipada con una conducción de aportación de un gas de bloqueo, cuya presión es más alta que la presión que reina en el recinto interno del expansor o compresor de transmisión, y porque la cámara anular que está apartada del expansor o compresor de transmisión está provista de un sistema de retirada por aspiración del gas de bloqueo.

Otros ejemplos de juntas de estanqueidad de árboles en compresores y expansores se muestran en el documento de solicitud de patente británica GB 1582209 A y en el documento de solicitud de patente de los EE.UU. US 20050058533 A1. El citado en último lugar se refiere a un sistema de junta de estanqueidad laberíntica doble, que posee dos cámaras dispuestas una dentro de otra, consiguiéndose el efecto de estanqueización mediante un medio de estanqueización a presión alta, que fluye en dirección opuesta a unas eventuales corrientes de fugas. En el documento GB 1582209 se utiliza aire comprimido como medio de estanqueización en un compresor, con el fin de evitar corrientes de fugas de la corriente gaseosa principal dentro del compresor entre el rodete del compresor y las partes estacionarias del compresor.

No obstante, tampoco en el caso de las mencionadas formas de realización se presentan unas condiciones óptimas para garantizar de una manera segura el bloqueo requerido de los aparatos.

La misión del presente invento consiste, por lo tanto, en ejecutar el bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico de tal manera que se garantice un bloqueo seguro de los aparatos.

Esto se consigue mediante un procedimiento y una instalación para el bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico según el procedimiento de dos presiones, que contiene una parte de presión baja, un compresor de NO, siendo bloqueados los árboles del compresor de NO por medio de por lo menos 2 cámaras de bloqueo con respecto a las partes cargadas con gas, una parte de presión alta con oxidación y absorción, por lo menos un intercambiador de calor y un expansor de gas residual, siendo bloqueados los árboles del expansor de gas residual por medio de por lo menos 2 cámaras de bloqueo con respecto a las partes cargadas con gas, y teniendo todas las cámaras de bloqueo unas juntas de estanqueidad laberínticas. En la parte de presión baja de la instalación para la preparación de ácido nítrico se conducen amoníaco y aire comprimido, y allí el amoníaco es oxidado por medio de un catalizador para dar NO y agua, el NO resultante se oxida parcialmente para dar NO₂, y el gas saturado con NO y NO₂ se conduce al compresor de NO. El gas comprimido, saturado con NO y NO₂, se conduce a la parte de presión alta de la instalación para la preparación de ácido nítrico, en donde se efectúa una oxidación del NO restante para dar NO₂, seguida por una absorción de dióxido de nitrógeno para dar ácido nítrico. El gas residual se conduce por lo menos a través de un intercambiador de calor al expansor de gas residual. La primera cámara de bloqueo se encuentra situada en cada caso junto al rotor cargado con gas del compresor o respectivamente del expansor, y una parte del gas residual se retira detrás del intercambiador de calor y se subdivide en 2 corrientes parciales, de las cuales la primera corriente parcial se conduce a la primera cámara de bloqueo del compresor de NO, y de las cuales la segunda corriente parcial se conduce a la primera cámara de bloqueo del expansor de gas residual, y la mayor parte del gas residual de las dos corrientes parciales llega al rotor cargado con gas, debido al más alto nivel de presión, a través de la junta de estanqueidad laberíntica, que separa al rotor cargado con gas con respecto de la primera cámara de bloqueo, y el gas residual, que llega desde la respectiva primera a la respectiva segunda cámara de bloqueo por medio de juntas de estanqueidad de los laberintos, es conducido a la corriente de gas de escape del expansor de gas residual.

En una forma de realización del procedimiento, el gas residual requerido para las cámaras de bloqueo es sacado a partir del tramo de gas residual situado detrás del intercambiador de calor, o a partir de una etapa intermedia del expansor de gas residual, con la temperatura requerida y la sobrepresión requerida.

A modo de ejemplo, se pueden retirar aproximadamente 1.200 Nm³/h (metros cúbicos en condiciones normales por hora) de gas residual detrás del intercambiador de calor o desde una etapa intermedia del expansor de gas residual a una presión de 3,3 bares. Estos datos se refieren a un tamaño de la instalación de 700 - 1.500 toneladas diarias, calculado sobre la base de ácido nítrico al 100 %.

En otra forma de realización adicional del procedimiento se prevé que para realizar la estanqueización del compresor de NO y/o del expansor de gas residual se emplee una tercera cámara de bloqueo, que se hace funcionar con aire como gas de bloqueo, y que da lugar a una estanqueización adicional.

El correspondiente dispositivo para el bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico según el procedimiento de dos presiones abarca una parte de presión baja, un compresor de NO, realizándose que los árboles del compresor de NO están bloqueados mediante por lo menos dos cámaras de bloqueo con respecto a las partes cargadas con gas, y todas las cámaras de bloqueo tienen unas juntas de estanqueidad laberínticas, una parte de presión alta, por lo menos un intercambiador de calor, un expansor de gas residual, siendo bloqueados los árboles del expansor de gas residual mediante por lo menos dos cámaras de bloqueo con respecto a las partes cargadas con gas, y teniendo todas las cámaras de bloqueo unas juntas de estanqueidad laberínticas, un dispositivo para la introducción del gas con NO resultante en el compresor de NO, un dispositivo para la introducción, con el que el gas con NO llega a la parte de presión alta de la instalación para la preparación de ácido nítrico, un dispositivo, con el que el gas residual es conducido al expansor de gas residual a través de un intercambiador de calor, un dispositivo para la retirada y para la subdivisión de una parte del gas residual en 2 corrientes parciales, unas conducciones de entrada de las dos corrientes parciales en las respectivas primeras cámaras de bloqueo del expansor de gas residual y del compresor de NO, encontrándose la respectiva primera cámara de bloqueo, en la que se introduce el gas residual, en cada caso junto al rotor, que es estanqueizado por laberintos, y unas conducciones de salida desde las segundas cámaras de bloqueo hacia la corriente de gas de producto del expansor de gas residual.

Adicionalmente, el objeto del invento puede ser ejecutado de tal manera que para realizar la estanqueización del compresor de NO y/o para realizar la estanqueización del expansor de gas residual se prevea una tercera cámara de bloqueo.

El invento se ilustra más detalladamente a continuación a modo de ejemplo con ayuda de 2 Figuras.

La Fig. 1: representa un esbozo del procedimiento conforme al invento del proceso de preparación de ácido nítrico
La Fig. 2: representa una forma de realización conforme al invento de un dispositivo de cámaras de bloqueo

La Fig. 1 muestra una parte de presión baja (1) de una instalación para la preparación de ácido nítrico, en la que mediante un catalizador y aire se oxida amoníaco para dar NO, y el NO resultante se oxida parcialmente para dar NO₂. A partir de esto resulta el gas con NO (2), que es conducido a un compresor de NO (3). Desde allí, el gas con NO comprimido (4) es transferido a la parte de presión alta (5). Allí se efectúan la oxidación de NO para dar NO₂ y la absorción de NO₂ para dar HNO₃. El gas residual (6), que resulta en este caso, es conducido a través de un intercambiador de calor (7). El gas residual (8) que resulta a partir del intercambiador de calor (7), es subdividido en dos corrientes parciales (9) y (10) de gas residual antes de alcanzar al expansor (11) de gas residual. En este caso, la corriente parcial (9) se conduce al expansor de gas residual, y la corriente parcial (10) se subdivide de nuevo en dos corrientes parciales. De éstas, la primera corriente parcial (17) se conduce a las respectivas primeras cámaras de bloqueo (22) de los árboles (12, 13), cargados con gas, del expansor (11) de gas residual, mientras que la segunda corriente parcial (21), que resulta de la subdivisión de la corriente parcial (10), se conduce a las respectivas primeras cámaras de bloqueo (22) de los árboles (14, 15), cargados con gas, del compresor de NO (3). Alternativamente, el gas residual para la subdivisión en las dos corrientes parciales, se puede sacar (como 16) también desde una etapa intermedia del expansor de gas residual. A partir de la subdivisión de la corriente de gas residual (16), resultan una corriente de gas residual (21), que llega a las respectivas primeras cámaras de bloqueo (22) de los árboles (14, 15), cargados con gas, del compresor de NO (3), así como una corriente de gas residual (17), que se conduce a las primeras cámaras de bloqueo (22) de los árboles (12, 13), cargados con gas, del expansor (11) de gas residual. El gas residual (18) del compresor de NO (3), que llega por faltas de estanqueidad desde la respectiva primera cámara de bloqueo (22) a la respectiva segunda cámara de bloqueo (23), se conduce junto con el gas residual (19), que llega desde la respectiva primera cámara de bloqueo (22) a la respectiva segunda cámara de bloqueo (23), del expansor (11) de gas residual a la corriente de producto (20) del expansor (11) de gas residual.

La Fig. 2 muestra un árbol de la entrada o salida en cada caso cargada con gas del compresor de NO (14, 15) o del expansor de gas residual (12, 13) con, a modo de ejemplo, 3 cámaras de bloqueo (22, 23, 24), que son delimitadas con respecto de su entorno en cada caso por unas juntas de estanqueidad laberínticas (25). El gas residual, que se compone de la corriente parcial (21), se conduce a la respectiva primera cámara de bloqueo (22) del compresor de NO (3). El gas residual, que se compone de la corriente parcial (17), se conduce a la respectiva primera cámara de bloqueo (22) del expansor (11) de gas residual. A causa de la presión elevada, la mayor parte del gas de bloqueo circula a través de la junta de estanqueidad laberíntica (25) situada entre el rotor (27) y la respectiva primera cámara de bloqueo (22). Una pequeña parte del gas de bloqueo circula a través de la junta de estanqueidad laberíntica (25), que separa espacialmente a la primera cámara de bloqueo (22) con respecto de la segunda cámara de bloqueo (23), y se saca como una corriente de gas de escape (18 ó 19). En este caso, (18) designa a la corriente de gas de escape procedente de la segunda cámara de bloqueo del compresor de NO y (19) designa a la corriente de gas de escape procedente de la segunda cámara de bloqueo del expansor de gas residual.

Un efecto adicional de estanqueización se consigue por medio de la ampliación mediante una 3ª cámara de bloqueo. Ésta está delimitada asimismo con unas juntas de estanqueidad laberínticas con respecto del medio ambiente y se hace funcionar con aire.

5 Ventajas, que resultan del invento:

- el gas residual sacado ya posee la temperatura requerida para la estanqueización óptima del compresor de NO y/o del expansor de gas residual
- el gas residual sacado ya posee la presión requerida para la estanqueización óptima del compresor de NO y/o del expansor de gas residual
- mediante mantenimiento de la temperatura óptima y de la presión óptima del gas residual, que se utiliza para el bloqueo de los aparatos, se puede garantizar una estanqueización segura de los aparatos
- para realizar el bloqueo de los aparatos no se tiene que alimentar ningún gas adicional, con lo cual se hace posible un modo de funcionamiento económico de la instalación.

15 **Lista de símbolos de referencia**

- | | |
|-------|--|
| 1 | parte de presión baja |
| 2 | gas con NO |
| 20 3 | compresor de NO |
| 4 | gas con NO comprimido |
| 5 | parte de presión alta |
| 6 | gas residual de la parte de presión alta |
| 7 | intercambiador de calor |
| 25 8 | gas residual del intercambiador de calor |
| 9 | corriente parcial 1 procedente del intercambiador de calor |
| 10 | corriente parcial 2 procedente del intercambiador de calor |
| 11 | expansor de gas residual |
| 12 | árbol cargado con gas, provisto de cámaras de bloqueo, situado junto a la entrada del expansor de gas residual |
| 30 13 | árbol cargado con gas, provisto de cámaras de bloqueo, situado junto a la salida del expansor de gas residual |
| 14 | árbol cargado con gas, provisto de cámaras de bloqueo, situado junto a la entrada del compresor de NO |
| 15 | árbol cargado con gas, provisto de cámaras de bloqueo, situado junto a la salida del compresor de NO |
| 35 16 | corriente de gas residual de una etapa intermedia del expansor de gas residual |
| 17 | corriente parcial procedente de la subdivisión de la corriente 10 ó 16 de gas residual |
| 18 | corriente de gas de escape procedente de la segunda cámara de bloqueo del compresor de NO |
| 19 | corriente de gas de escape procedente de la segunda cámara de bloqueo del expansor de gas residual |
| 20 | corriente de gas de escape del expansor de gas residual |
| 40 21 | corriente parcial procedente de la subdivisión de la corriente 10 ó 16 de gas residual |
| 22 | primera cámara de bloqueo |
| 23 | segunda cámara de bloqueo |
| 24 | tercera cámara de bloqueo |
| 25 | juntas de estanqueidad laberínticas |
| 45 26 | aire |
| 27 | rotor |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el bloqueo del compresor de NO y del expansor de gas residual en una instalación para la preparación de ácido nítrico según el procedimiento de dos presiones, que contiene

- una parte de presión baja
- un compresor de NO, siendo bloqueados los árboles del compresor de NO mediante por lo menos 2 cámaras de bloqueo con respecto a las partes cargadas con gas,
- una parte de presión alta con oxidación y absorción,
- por lo menos un intercambiador de calor,
- un expansor de gas residual, siendo bloqueados los árboles del expansor de gas residual mediante por lo menos 2 cámaras de bloqueo con respecto a las partes cargadas con gas,
- todas las cámaras de bloqueo tienen unas juntas de estanqueidad laberínticas,

en el que

- (a) se conducen amoníaco y aire comprimido a la parte de presión baja de la instalación para la preparación de ácido nítrico y allí se oxida el amoníaco mediante un catalizador para dar NO y agua,
- (b) el NO resultante se oxida parcialmente para dar NO₂,
- (c) el gas resultante, saturado con NO y NO₂, se conduce al compresor de NO,
- (d) el gas con NO y NO₂ comprimido se conduce a la parte de presión alta de la instalación para la preparación de ácido nítrico, donde se efectúa una oxidación del NO restante para dar NO₂, seguida de una absorción de dióxido de nitrógeno para dar ácido nítrico,
- (e) el gas residual se conduce por lo menos a través de un intercambiador de calor hacia el expansor de gas residual,

caracterizado por que

- la primera cámara de bloqueo se encuentra situada en cada caso junto al rotor cargado con gas del compresor/expansor,
- se retira una parte del gas residual detrás del intercambiador de calor y se subdivide en 2 corrientes parciales,
- de las cuales la primera corriente parcial se conduce a la primera cámara de bloqueo del compresor de NO, y
- de las cuales la segunda corriente parcial se conduce a la primera cámara de bloqueo del expansor de gas residual, y
- la mayor parte del gas residual de las dos corrientes parciales, debido al más alto nivel de presión, llega al rotor cargado con gas a través de la junta de estanqueidad laberíntica, que separa al rotor cargado con gas con respecto de la primera cámara de bloqueo,
- el gas residual, que llega por medio de faltas de estanqueidad de los laberintos desde la respectiva primera cámara de bloqueo a la respectiva segunda cámara de bloqueo, se conduce a la corriente de gas de escape del expansor de gas residual.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el gas residual requerido para las cámaras de bloqueo se saca a partir del tramo de gas residual situado detrás del intercambiador de calor con la temperatura requerida y con la sobrepresión requerida.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el gas residual requerido para las cámaras de bloqueo se saca a partir de una etapa intermedia del expansor de gas residual con la temperatura requerida y con la sobrepresión requerida.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 3, **caracterizado por que** para la estanqueización del compresor de NO y/o del expansor de gas residual se prevé una tercera cámara de bloqueo, que se hace funcionar con aire como gas de bloqueo.

5. Instalación para la preparación de ácido nítrico según el procedimiento de dos presiones, que abarca

- una parte de presión baja,
- un compresor de NO, siendo bloqueados los árboles del compresor de NO mediante por lo menos dos cámaras de bloqueo con respecto de las partes cargadas con gas, y teniendo todas las cámaras de bloqueo unas juntas de estanqueidad laberínticas,
- una parte de presión alta ,
- por lo menos un intercambiador de calor,
- un expansor de gas residual, siendo bloqueados los árboles del expansor de gas residual mediante por lo menos dos cámaras de bloqueo con respecto de las partes cargadas con gas, y teniendo todas las cámaras de bloqueo unas juntas de estanqueidad laberínticas,

- un dispositivo para la introducción del gas con NO resultante en el compresor de NO,
- un dispositivo para la introducción, con el que el gas con NO llega a la parte de presión alta de la instalación para la preparación de ácido nítrico,
- un dispositivo, con el que el gas residual es conducido al expansor de gas residual a través de un intercambiador de calor,
- un dispositivo para la retirada y la subdivisión de una parte del gas residual en 2 corrientes parciales,
- unas conducciones de entrada de las dos corrientes parciales a las respectivas primeras cámaras de bloqueo del expansor de gas residual y del compresor de NO, encontrándose la respectiva primera cámara de bloqueo, en la que se conduce el gas residual, en cada caso junto al rotor, que es estanqueizado por laberintos, y
- unas conducciones de salida desde las segundas cámaras de bloqueo a la corriente de gas de escape del expansor de gas residual.

6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** para la estanqueización del compresor de NO se prevé una tercera cámara de bloqueo.

7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** para la estanqueización del expansor de gas residual se prevé una tercera cámara de bloqueo.

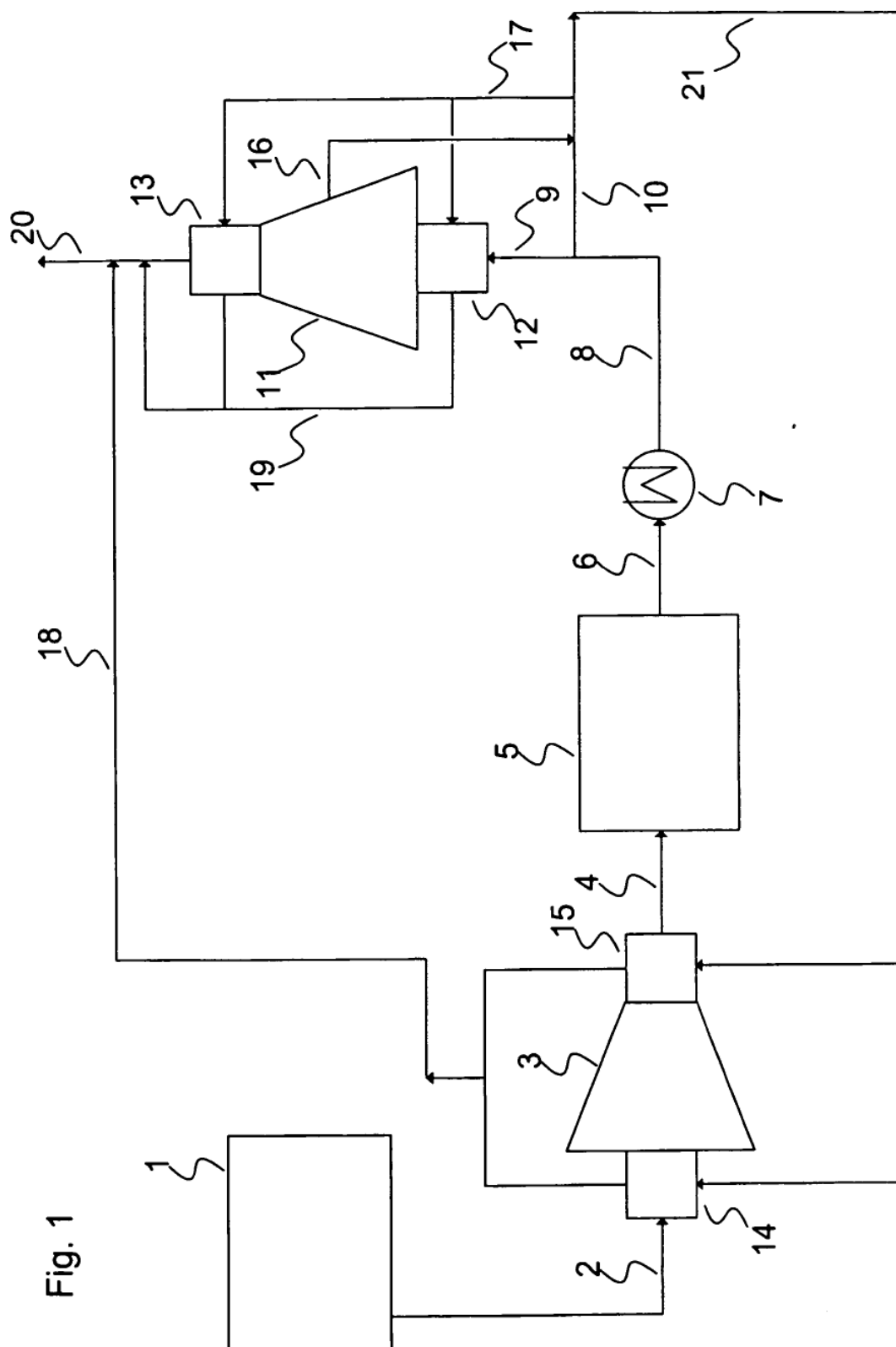


Fig. 1

Fig. 2

